

Отзыв

Официального оппонента на диссертацию П.В. Тараканова «Разработка методики оценки влияния водородосодержащей среды на скорость роста трещин при статическом и циклическом нагружении», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела

Актуальность темы диссертации. Проблема обеспечения прочностной безопасности технических объектов, работающих в водородосодержащей среде, существенно осложняется негативным воздействием водорода практически на все механические характеристики конструкционных материалов. Дополнительным отрицательным фактором следует назвать интенсификацию процессов развития повреждений, что сокращает ресурс элементов конструкций. Причём эти эффекты сказываются и при статической нагрузке и тем более при циклической. Неприятная особенность водорода состоит в его способности к повышенной диффузии в зоны концентрации напряжений, что особенно опасно для ответственных деталей современной техники самого разнообразного назначения. Несмотря на наличие большого объёма экспериментально теоретических работ, посвящённых исследованию прочности и долговечности конструкций в водородосодержащих средах, тем не менее, эту проблему нельзя считать закрытой в связи с необходимостью дополнительных исследований процессов диффузии водорода в областях концентрации, особенно в вершинах трещин, разработки соответствующих критериев разрушения и методов оценки ресурса и предельных состояний. Именно этой проблеме посвящена представленная диссертационная работа, что позволяет считать тему диссертации актуальной.

Достоверность и новизна основных выводов диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы. По результатам диссертационной работы сделано девять основных выводов.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № 21-08-2019

В первых двух выводах отмечена разработка модели концентрации водорода в вершине трещины с установлением предельной концентрации, вызывающей хрупкое разрушение. Полученная модель подтверждена экспериментально при статическом и циклическом нагружении с одновременным проведением также и вычислительных экспериментов. При этом разработана модель докритического медленного роста трещины. Это позволило установить долговечность при воздействии агрессивной водородосодержащей среды с учётом также и механического воздействия.

Третий и четвёртый выводы констатируют разработку двухпараметрического метода оценки повреждения, позволившего установить области роста трещины, различающиеся механизмом разрушения при одновременном воздействии водородосодержащей среды и циклического нагружения. Показано наличие диапазона начальных длин трещин соответствующих отсутствию водородного охрупчивания. Эта разработка позволит оценить величину допустимого дефекта при заданной долговечности элемента конструкции (пятый пункт выводов).

Шестой пункт общих выводов констатирует создание компьютерной программы для расчёта роста трещины в водородсодержащей среде при циклическом нагружении.

Практическое использование представленных в диссертационной работе расчётных моделей роста трещиноподобных дефектов продемонстрировано (отмечено в седьмом пункте выводов) вычислительным экспериментом, на основе разработанного программного пакета, о росте полуэллиптической поверхностной трещины в гире трубопровода. Кроме этого, проведено моделирование разрушения болта с трещиной в резьбе. В обоих случаях рассмотрено циклическое нагружение в агрессивной водородосодержащей среде.

Восьмой пункт общих выводов отмечает проведённое исследование по учёту изменения характеристик материала из-за агрессивного воздействия на материал активной среды, а именно, показана возможность определения важных характеристик циклической трещиностойкости в виде коэффициента

и показателя степени в уравнении Париса при работе материалов в агрессивных средах при циклическом нагружении.

Кроме того, поскольку размеры дефектов носят случайный характер, то на основе риск-анализа с помощью метода Монте-Карло разработан метод оценки надёжности элементов конструкций при циклическом нагружении. Дана оценка технического риска при постоянном распределении длины начальной трещины (пункт девять общих выводов).

Сделанные по диссертации общие выводы сомнений не вызывают.

Ценность для науки и практики определяется углублением нашего понимания механических явлений и процессов вблизи вершины трещины, ответственных за сопротивление материала росту трещины при циклическом нагружении в результате воздействия окружающей водородосодержащей среды. Разработанные методы проведения вычислительных экспериментов деталей с трещинами и полученные на этой основе инженерные оценки прочностной надёжности материала могут найти применение для предварительных расчетов несущей способности элементов конструкций без трудоемких испытаний образцов с трещинами в агрессивных средах, а также при планировании самих экспериментов на циклическую трещиностойкость.

Оценка содержания диссертации. Диссертация написана четко и ясно, хорошо иллюстрирована. По содержанию диссертации можно сделать следующие замечания.

1. Стр. 54. В формуле 2.7 отсутствует число 2 под корнем. Желательно записывать формулу для напряжений в асимптотической области у вершины трещины в общепринятой форме, т.е. с множителем 2 перед аргументом под корнем.
2. В разделе 2.5 получено предельное распределение водорода перед вершиной трещины, которое рассмотрено вне связи с предельным состоянием тела с трещиной.
3. Формула 3.9, стр. 102, содержит только K -тарировку, а сама формула для коэффициента интенсивности напряжений отсутствует.

4. Стр. 120. В формуле 4.13 величина γ не ресурс, а предельная вероятность безотказной работы, по которой рассчитывают ресурс элемента конструкции.

Сделанные замечания не отражаются, однако, на общем положительном заключении по диссертации.

Заключение. Представленная диссертация является законченной научно-исследовательской работой, посвящённой решению важных прикладных задач народного хозяйства, состоящей в разработке численных методов для проведения вычислительных экспериментов по расчёту эффектов, вводимых наличием окружающей водородосодержащей среды, и предварительному определению характеристик циклической трещиностойкости взамен и в дополнение к экспериментальным методам.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в периодической печати и доложено на конференциях и семинарах.

Автореферат диссертации правильно и полно отражает ее содержание.

Таким образом, представленная диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Павел Владимирович Тараканов, заслуживает учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела, за разработку расчётно-аналитических методов определения характеристик трещиностойкости материалов, работающих в водородосодержащих средах.

Официальный оппонент
 профессор кафедры физики прочности
 Национального исследовательского ядерного университета МИФИ,
 Почётный профессор МИФИ,
 доктор технических наук, 01.02.06,
 Заслуженный деятель науки РФ,


 Морозов
 Евгений Михайлович

Москва, 115409. Каширской ш., 31, МИФИ
Evgeny.morozof@gmail.com
 8 906 7932196



Подпись удостоверяю
 Заместитель начальника отдела
 документационного обеспечения
 НИЯУ МИФИ
 А.А. Абатурова